基于不同饲料的洋虫水提液对小鼠的抗衰老作用

严善春，王　雷，李　勍，付　勇
(东北林业大学林学院，林木遗传育种与生物技术教育部重点实验室，哈尔滨　150040)

摘要：为了评价洋虫 *Martianus dermestoides* 成虫和幼虫水提液的抗衰老作用，用高级饲料红花、枸杞、大枣、核桃仁的混合饲料)、大米、麦麸饲料饲养洋虫成虫和幼虫，并用幼虫水提液对 D-半乳糖致衰老小鼠灌胃，测定小鼠血清中超氧化物歧化酶(SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)和过氧化氢酶(CAT)的活力及丙二醛(MDA)含量。结果表明：3 种饲料饲养的洋虫成虫水提液均能提高小鼠血清中 SOD，GSH-Px 和 CAT 活力($P<0.05$ 或 $P<0.01$)，且显著降低 MDA 含量($P<0.05$)；高级饲料组作用优于大米及麦麸饲料组，但三者差异不显著。高级饲料饲养组，其幼虫水提液对小鼠血清中 SOD 和 CAT 活力作用显著强于成虫水提液($P<0.05$)；对 GSH-Px 活力及 MDA 含量影响差异不显著。揭示洋虫成虫和幼虫水提液均有一定的抗氧化作用，是一种有效的抗衰老保健食品，且幼虫抗氧化作用优于成虫，饲料种类对洋虫的抗氧化作用无显著影响。

关键词：洋虫；超氧化物歧化酶；谷胱甘肽过氧化物酶；过氧化氢酶；丙二醛；抗衰老
中图分类号：Q966　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：0454-6296(2009)07-0820-05

Anti-senile effects of water extraction of *Martianus dermestoides* (Coleoptera: Tenebrionidae) feeding different foods on aging mice

YAN Shan-Chun, WANG Lei, LI Qing, FU Yong (Key Laboratory of Forestry Tree Genetic Improvement and Biotechnology of Ministry of Education, Northeast Forestry University, Harbin 150040, China)

Abstract: This article reported the anti-senile effect of water extraction of *Martianus dermestoides* adults and larvae by testing the activities of SOD, GSH-Px and CAT and MDA content in blood serum of mice. Water extraction was distilled from adults and larvae of *M. dermestoides* which were separately reared by the advanced forage (consisting of safflower, medlar, Chinese date and *Juglans regia* nuts), rice and wheat bran. We use water extraction of *M. dermestoides* larvae to clystere the mice which were of a senile model established by injecting D-galactose. The results demonstrated that all the water extraction of *M. dermestoides* adults reared by three kinds of forage increased the activities of SOD, GSH-Px and CAT ($P<0.05$ or $P<0.01$) in blood serum of mice, and decreased the MDA content ($P<0.05$); the effect of the advanced forage group was stronger than the other two groups, but there were no significant differences among the three groups. SOD and CAT activities in blood serum of the mice which had been clystered with water extraction of *M. dermestoides* larvae were obviously higher than those of the adults, both reared by the advanced forage ($P<0.05$); however, there were no significant differences between GSH-Px activity and MDA content. The results suggest that water extraction of both adults and larvae of *M. dermestoides* have antioxidant activity, amd *M. dermestoides* can be exploited as a kind of health food with anti-senile effect.

Key words: *Martianus dermestoides*; superoxide dismutase; glutathione peroxidase; catalase; malonaldehyde; anti-senile

近半个世纪，各国学者就衰老机理的探索提出的学说较多，英国学者 Harman 于 1956 年提出的自由基衰老学说，得到了众多学者的认可并广泛应用。该学说认为，衰老来自于机体正常代谢过程中产生的自由基氧化性作用的结果(Bushell, 2005; Cutler, 2005)。

抗氧化剂是一种保护机体不受氧自由基伤害的重要物质(Robinson *et al.*, 1997; Evans and Halliwell, 2001)。主要酶类抗氧化剂包括：超氧化物歧化酶(superoxide dismatase, SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶(glutathione peroxidase, GSH-Px)及过氧化氢酶(catalase, CAT)(孙存普等，1999)。超氧化

作者简介：严善春，女，1964 年 1 月生，教授，博士生导师，E-mail: yanshanchun@nefu.edu.cn
收稿日期 Received: 2009-02-20; 接受日期 Accepted: 2009-06-03

物歧化酶被称为生物体抗氧化系统的第一道防线（Kang *et al.*, 2005），它能够清除生物氧化过程中产生的超氧阴离子自由基（O_2^-）。谷胱甘肽过氧化物酶是机体内广泛存在的一种重要的催化过氧化物分解酶，是反映机体抗过氧化能力的重要指标（徐晓琴，1998）；过氧化氢酶又称触酶，可催化动植物体内 H_2O_2 分解为 H_2O 和 O_2，防止与 O_2 生成更有害的羟自由基（·OH），保护生物体组织免受毒害（朱忠勇，1998）；丙二醛（MDA）是前列腺的内源性过氧化物酶解或直接分解所形成的产物，最终导致细胞无法维持正常代谢而死亡，MDA 也是一种常用评价衰老的指标（居学海和戴乾圜，2001）。实验证明，衰老小鼠血清中 MDA 含量会显著升高，而 SOD，GSH-Px 和 CAT 活力则明显下降（Premkumar *et al.*, 2007；Eraslan *et al.*, 2007）。

洋虫 *Martianus dermestoides* Chevrolat 又名九龙虫，属于鞘翅目（Coleoptera）拟步甲科（Tenebrionidae）（赵养昌，1963）。关于洋虫的药用价值，早在清末年间，赵学敏所著的《本草纲目拾遗》中就有记载：洋虫具有“行血分，暖脾胃，和五脏，健筋骨，去湿搜风，壮阳道，治怯弱”等功效。《中国中药宝典》中也有记载：“此虫全体均可入药，生吞或捣碎外敷，主治劳伤、咳嗽、吐血、中风偏瘫、跌打损伤、心胃气痛、伤食、反胃等症”（陈修源，1995）。目前对洋虫药理药性的研究表明，洋虫不仅能提高机体免疫功能，降低肿瘤化疗药物的毒副作用，并且还有一定的增效作用（金长炼等，1997c），具有明显的抗血凝作用，清除亚硝酸钠，保护四氯化碳和乙醇性肝损伤的作用（金长炼等，1997a，1997b）。用含 2% 洋虫的饲料喂养小鼠，能显著提高小鼠肝组织中 SOD 活性，降低 MDA 含量，表明洋虫具有抗衰老作用（金长炼等，1996）。

本研究通过比较用 3 种饲料饲养的洋虫成虫和幼虫水提液，对 D-半乳糖所致衰老小鼠血清中 SOD、GSH-Px、CAT 活力及 MDA 含量的影响，分析洋虫成虫、幼虫水提液的抗衰老作用，以及饲料种类对洋虫成虫和幼虫抗衰老作用的影响，旨在为开发洋虫保健食品提供重要的理论依据。

1　材料与方法

1.1　供试洋虫及小白鼠

洋虫：为东北林业大学森林保护实验室饲养。同时用 3 种饲料分盒喂养，A 盒饲料（高级饲料）成分：红花、枸杞、大枣、核桃仁（质量比 1∶5∶5∶5）；B 盒饲料成分：大米；C 盒饲料成分：麦麸。将相同条件下饲养的同一批初孵幼虫放入 A，B，C 3 个盒中分别饲养，定期观察洋虫生长状况，将 A 盒中 7～8 龄老熟幼虫取出，放入 −20℃ 冰箱中冷藏，备用；待洋虫成虫羽化后，从 3 个饲养盒中取出羽化 3 周左右的成虫，分别速冻致死，放入 −20℃ 冰箱中冷藏，备用。

小白鼠：昆明种小白鼠，6 周，体重 25 ± 2 g，购于哈尔滨市兽医研究所。小白鼠实验前衰老处理：按 1 000 mg/(kg·d) 剂量背部皮下注射 D-半乳糖，构建小鼠衰老模型（李笑萍等，2004），空白对照组注射同体积生理盐水，连续注射 8 周。在此过程中，小白鼠正常饮食，用颗粒饲料饲养，每日每只进食量为 3～4 g，自由饮水，自然光照，饲养室温度为 18～25℃，相对湿度为 60%～70%。

1.2　化学试剂

MDA 测试盒、SOD 测试盒、CAT 测试盒、GSH-Px 测试盒（南京建成生物工程研究所）；D-半乳糖（Sigma 公司）。

1.3　洋虫成幼虫水提液制备

取 3 种饲料饲养的洋虫成虫及高级饲料饲养的幼虫各 200 g，分别加入 1 000 mL 蒸馏水，研磨至匀浆，超声波震荡 10 min，将震荡后的溶液在 10℃、4 000 r/min 的条件下离心 10 min，取其沉淀反复浸提 2 次，将 3 次所得溶液混合、过滤。在 25℃ 下旋转蒸发后，定溶至 1 000 mL，配制成每 10 mL 含有 2 g 成虫或幼虫的溶液，即为洋虫水提液，放入 4℃ 冰箱备用。

1.4　抗衰老实验

将用于试验的昆明种小鼠分为两组。

第 1 组：用于洋虫成虫水提液抗衰老作用的影响实验。取正常小鼠 10 只，为空白对照组；取衰老处理小鼠 40 只，随机分为 4 组，分别为 D-半乳糖对照组、高级饲料饲养成虫的水提液灌胃组（简称高级饲料用药组）、大米饲料饲养成虫的水提液灌胃组（简称大米用药组）、麦麸饲料饲养成虫的水提液灌胃组（简称麦麸用药组）。用药组每日按 3 200 mg/(kg·d) 洋虫水提液灌胃，空白对照组与 D-半乳糖对照组用相同剂量的蒸馏水灌胃。

第 2 组：用于洋虫成虫、幼虫不同剂量水提液对抗衰老作用的影响实验。取小鼠 10 只，为空白对照组；取衰老处理小鼠 50 只，随机分为 5 组，分别为 D-半乳糖对照组、高级饲料饲养的成虫水提液

高、低剂量灌胃组，高级饲料饲养的幼虫水提液高、低剂量灌胃组。低剂量、高剂量用药组每日分别按 1 600 和3 200 mg/(kg·d)洋虫水提液灌胃，空白对照组与 D-半乳糖对照组用相同剂量的蒸馏水灌胃。

从注射 D-半乳糖的第 6 周起，对小鼠连续灌胃，30 d 后禁食(不禁水)，12 h 后摘眼球取血，制备血清，用试剂盒法测定血清中 SOD，CAT 和 GSH-Px 活力及 MDA 含量(陶站华等，1999;谷建云等，2005)。

1.5 数据统计与分析

各组数据均以平均值 ± *SD* 表示。组间差异采用单因素方差分析 one-way ANOVA，通过 SPSS13.0 软件包进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 3 种饲料饲养洋虫成虫水提液抗衰老作用差异

小鼠血清中 SOD，CAT 和 GSH-Px 活力及 MDA 含量的测定结果见表 1。与空白对照组相比，D-半乳糖对照组小鼠中的 SOD，GSH-Px 和 CAT 活力均显著降低，MDA 含量显著升高，说明本实验建立的 D-半乳糖致衰老小鼠模型是成功的。

表 1 用 3 种饲料饲养的洋虫成虫水提液灌胃小鼠血清中 SOD，CAT，GSH-Px 活力及 MDA 含量

Table 1 Activities of SOD，CAT and GSH-Px and the MDA content in serum of mice clystered with water extraction of *Martiomus dermestoides* adults and larvae fed with three kinds of forage

处理 Treatments	剂量 Dose [mg/(kg·d)]	SOD (U/mL)	CAT (U/mL)	GSH- Px (U/mL)	MDA (nmol/mL)
空白对照组 Control group	–	142.79 ±21.14 *	5.44 ±0.43 **	1 099.84 ±124.45 **	5.17 ±1.79 **
D-半乳糖对照组 D-galactose control group	–	116.12 ±10.21	3.48 ±0.33	770.08 ±25.09	9.60 ±2.29 **
高级用药组 Advanced forage group	3 200	157.55 ±24.87 **	5.48 ±0.50 **	868.82 ±51.02 *	7.38 ±1.57 *
大米用药组 Rice group	3 200	154.93 ±8.06 **	4.20 ±0.51 *	839.06 ±22.71	7.25 ±1.24 *
麦麸用药组 Wheat bran group	3 200	133.72 ±9.48	4.81 ±0.67 **	840.47 ±27.10	5.33 ±0.95 **

表中数据为平均值 ± 标准差，“ * ”和“ ** ”表示与 D-半乳糖对照组的差异分别在 0.05 水平和 0.01 水平显著，下同。Data are given as mean ± *SD*，* means significant different at the 0.05 level and ** means significant different at the 0.01 level. The same below.

与 D-半乳糖对照组相比，高级用药组和大米用药组小鼠血清中 SOD 活力显著升高($P<0.01$)，高级用药组与大米用药组 SOD 活力之间差异不显著;麦麸用药组小鼠血清中 SOD 活力略有增加，与 D-半乳糖对照组差异不显著。高级用药组和麦麸用药组的 CAT 活力极显著增加($P<0.01$)，大米用药组 CAT 活力显著增加($P<0.05$)。高级用药组 GSH-Px 活力显著增加($P<0.05$)；大米用药组与麦麸用药组 GSH-PX 活力略有增加，差异不显著。高级用药组、大米用药组衰老小鼠血清中 MDA 含量显著降低($P<0.05$)，麦麸用药组 MDA 含量极显著降低($P<0.01$)。与空白对照组相比，用药组衰老小鼠血清中 3 种酶活力及 MDA 含量接近，差异不显著。说明 3 种饲料饲养的洋虫成虫水提液均可清除衰老对小鼠血清中 SOD，GSH-Px，CAT 活力和 MDA 含量所造成的影响，使其活力或含量大小恢复到正常水平。

高级饲料饲养洋虫成虫水提液在提高 3 种抗氧化酶活力作用方面优于大米及麦麸饲料。为此，本实验进一步研究了高级饲料饲养洋虫成虫、幼虫水提液不同剂量的抗衰老作用。

2.2 高级饲料饲养洋虫成虫及幼虫水提液抗衰老作用的差异

用不同剂量高级饲料组成虫、幼虫水提液灌胃的小鼠血清中 SOD，CAT，GSH-Px 活力及 MDA 含量测定结果见表 2。高级饲料喂养的成虫、幼虫水提液，均可显著提高衰老小鼠血清中 SOD，CAT，GSH-Px 活力($P<0.05$ 或 $P<0.01$)，显著降低 MDA 含量($P<0.01$)，且与剂量无线性相关。与成虫水提液相比，幼虫对衰老小鼠血清中 SOD 和 CAT 活力提高作用较强，差异显著($P<0.05$)；对衰老小鼠血清中 GSH-Px 活力及 MDA 含量影响无显著差异。

表 2　用不同剂量高级饲料饲养的洋虫成虫和幼虫水提液灌胃后小鼠血清中 SOD，CAT 和 GSH-Px 活力及 MDA 含量
Table 2 Activities of SOD, CAT GSH-Px and the MDA content in serum of mice clystered with different dosages of water extraction of *Martianus dermestoides* adults and larvae fed with the advanced forage

处理 Treatments	剂量 Dose ［mg/kg·d）］	SOD U/mL	CAT （U/mL）	GSH-Px （U/mL）	MDA （nmol/mL）
空白对照组 Control group	–	125.63 ±6.97 **	3.42 ±0.69 **	763.54 ±19.49 **	6.92 ±0.60 **
D-半乳糖对照组 D-galactose control group	–	103.10 ±8.84	1.86 ±1.48	662.90 ±37.56	9.26 ±1.37
高剂量成虫用药组 High dose adult group	3 200	125.26 ±12.18 **	3.13 ±0.73 *	788.22 ±37.15 **	7.57 ±0.60 **
低剂量成虫用药组 Low dose adult group	1 600	124.66 ±16.25 **	3.22 ±0.84 **	751.45 ±28.91 **	7.23 ±0.74 **
高剂量幼虫用药组 High dose larva group	3 200	151.75 ±6.53 **	4.91 ±1.06 **	770.32 ±32.62 **	6.91 ±0.52 **
低剂量幼虫用药组 Low dose larva group	1 600	144.36 ±7.93 **	4.23 ±0.88 **	767.41 ±44.66 **	7.17 ±1.11 **

3　讨论

自由基学说是目前比较公认的衰老学说。已有充分证据表明，衰老时机体内抗氧化物质的活性及含量均显著降低，而自由基代谢产物 MDA 的含量却显著升高。SOD 为重要的抗氧化酶之一，可有效地清除自由基反应的启动因子，来抑制和阻断自由基反应，降低自由基代谢产物（MDA）的生成。GSH-Px 是机体内广泛存在的一种重要的催化过氧化氢分解的抗氧化酶，它可以特异地催化还原型 GSH 对过氧化氢的还原反应，可有效清除自由基。CAT 能将细胞代谢所产生的毒性物质 H_2O_2 迅速加以清除，从而起到和 GSH-Px 共同保护巯基酶、膜蛋白和解毒的作用。过氧化的最终产物 MDA 的积累在一定程度上反映了体内活性氧含量的变化。故在抗衰老作用机制研究中，常常选 SOD，GSH-Px，CAT 和 MDA 为抗氧化能力强弱的衡量指标。

在民间，人们常常利用红枣、莲子、枸杞、红花等中药材饲养洋虫，以增强洋虫的滋补效果。本研究结果表明，高级饲料、大米和麦麸 3 种饲料饲养的洋虫成虫水提液都可明显提高小鼠血清中 SOD，GSH-Px 和 CAT 活力，降低 MDA 含量，但 3 种饲料的抗衰老作用差异不显著。用同种饲料饲养的洋虫，其幼虫水提液的抗衰老效果优于其成虫。说明洋虫水提液具有很好的抗氧化、抗衰老作用，在洋虫的开发利用中，可以考虑用麦麸等廉价饲料进行饲养，在幼虫期利用，以便大大降低产品生产成本。此外，高、低两种剂量的洋虫水提液，其抗衰老作用差异不显著，此原因有待进一步分析论证。

资源昆虫是在民间广为应用的抗衰保健食品和药源，已有研究证明蚂蚁、蜜蜂及其产物均具有明显的抗衰老作用（张效云等，2001；张大禄和卢广洲，2002；钟立人等，2002；李峰和周源，2004；郭芳彬，2005）。本研究结果进一步证明了资源昆虫在抗衰老方面的潜在药用价值和研究、应用前景。洋虫是否可以防止老龄鼠体内其他种类抗氧化酶的降低？使其具有抗衰老作用的功能性成分是什么？还有待进一步研究。

参 考 文 献（References）

Bushell WC, 2005. From molecular biology to anti-aging cognitive-behavioral practices: the pioneering research of walter pierpaoli on the pineal and bone marrow foreshadows the contemporary revolution in stem cell and regenerative biology. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1 057: 28 – 49.

Chen XY, 1995. The latin name and avail of *Martianus dermestoides* Chevrolat. *Family and Traditional China Medicine*, 2: 55.［陈修源，1995. 洋虫的学名与效用. 家庭中医药，2：55］

Cutler RG. 2005. Oxidative stress profiling: Part I. Its potential importance in the optimization of human health. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1 055: 93 – 135.

Eraslan G, Saygi S, Essiz D, Aksoy A, Gul H, Macit E, 2007. Evaluation of aspect of some oxidative stress parameters using vitamin E, proanthocyanidin and N-acetylcysteine against exposure to cyfluthrin in mice. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 88 (1): 43 – 49.

Evans P, Halliwell B, 2001. Micronutrients: Oxidant/antioxidant status. *British Journal of Nutrition*, 85(Suppl.2): S67 – S74.

Gu JY, Tan XG, Yang LZ, Yu YT, Sun GX, 2005. Effect of huichun decoction on antioxidation of aging mice induced by D-galactose. *Journal of Hunan Traditional Chinese Medicine University of Hunan*, 25(5): 16 – 18.［谷建云，谭兴贵，阳力争，于雅婷，孙桂香，2005. 回春汤对 D 半乳糖衰老模型小鼠抗氧化系统的影响. 湖南中医学院学报，25(5)：16 – 18］

Guo FB, 2005. Research on anti-aging function mechanism of bee honey. *Journal of Bee*, 8: 7 – 9.［郭芳彬，2005. 蜂蜜抗衰老作

用机理探析. 蜜蜂杂志, 8: 7 – 9]

Jin CL, Hong CZ, Zhang SY, Xu ML, Li YZ, 1996. Effects of *Martianus dermestoides* Chevr. on MDA and SOD in liver of mice. *Journal of Medical Sciecnce Yanbian University*, 19(3): 138 – 139. [金长炼, 洪淳赞, 张善玉, 许明录, 李玉珠, 1996. 洋虫对小鼠肝组织中丙二醛及超氧化物歧化酶的影响. 延边大学医学学报, 19(3): 138 – 139]

Jin CL, Li M, Xu ML, Nan SH, Piao YN, Xin LQ, Shen XY, 1997a. Study on anticoagulative substance of *Martianus dermestoides* Chevr. *Journal of Medical Sciecnce Yanbian University*, 20(2): 89 – 91. [金长炼, 李梅, 许明录, 南善花, 朴永男, 辛龙权, 沈秀英, 1997a. 洋虫抗凝血成分研究. 延边大学医学学报, 20(2): 89 – 91]

Jin CL, Wu ZJ, Hong CZ, Liang WB, Zhang TY, Li FL, 1997b. The influence of *Martianus dermestoides* Chevr. on big mouse blood rheology. *Chinese Journal of Traditional Medical Science and Technology*, 4(4): 203. [金长炼, 吴祯久, 洪淳赞, 梁文波, 张铁源, 李凤龙, 1997b. 洋虫对大鼠血液流变学的影响. 中国中医药科技, 4(4): 203]

Jin CL, Zhang SY, Hong CZ, Xu ML, Wu HH, 1997c. Effects of *Martianus dermestoides* Chevr. on tumor suppression and toxicity of cyclophosphamidum. *Journal of Medical Sciecnce Yanbian University*, 20(1): 8 – 9. [金长炼, 张善玉, 洪淳赞, 许明录, 吴红花, 1997c. 洋虫对环磷酰胺抑瘤及毒副作用的影响. 延边大学医学学报, 20(1): 8 – 9]

Ju XH, Dai QH, 2001. AM1 study of cross linking reactions between MDA and DNA bases. *Journal of Beijing Univiversity of Technology* 27(3): 324 – 330. [居学海, 戴乾圜, 2001. 丙二醛与 DNA 碱基交联反应的 AM1 研究. 北京工业大学学报, 27(3): 324 – 330]

Kang NG, Lim JM, Chang MY, Park SG, Cho WG, Choi SY, 2005. Modified superoxide dismutase for cosmeceuticals. *International Journal of Cosmetic Science*, 27: 299 – 300.

Li F, Zhou Y, 2004. Ant's specific effects of anti-aging and therapeutics. *Immunological Journal*, 20(3): 127 – 129. [李峰, 周源, 2004. 蚂蚁独特的治病和抗衰老作用. 免疫学杂志, 20(3): 127 – 129]

Li XP, Yu PX, Zhao D, 2004. New indices in tissue of senile model. *The Chinese Journal of Modern Applied Pharmacy*, 21(6): 442 – 444. [李笑萍, 喻培先, 赵冬, 2004. D-半乳糖衰老模型观察的新指标. 中国现代应用药学杂志, 21(6): 442 – 444]

Premkumar K, Min K, Alkan Z, Hawkes W, Ebeler S, Bowlus C, 2007. The potentiating and protective effects of ascorbate on oxidative stress depend upon the concentration of dietary iron fed C3H mice. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 18(4): 272 – 278.

Robinson EE, Maxwell SR, Thorpe GH, 1997. An investigation of the antioxidant activity of black tea using enhanced chemiluminescence. *Free Radical Research*, 26(3): 291 – 302.

Sun CP, Zhang JZ, Duan SJ, 1999. Introduction to Free Radical Biology. University of Science and Technology of China Press, Hefei. 67 – 72. [孙存普, 张建中, 段绍瑾, 1999. 自由基生物学导论. 合肥: 中国科学技术大学出版社. 67 – 72]

Tao ZH, Bai SG, Bai J, 1999. The research of maidong on anti-senile of aging mouse induced by D-galactose. *Heilongjiang Medicine and Pharmacy*, 22(4): 36 – 37. [陶站华, 白书阁, 白晶, 1999. 麦冬对 D 半乳糖衰老模型大鼠抗衰老作用研究. 黑龙江医药科学, 25(5): 16 – 18]

Xu XQ, 1998. The colorimetric determine method of serum glutathionperoxidase. *Acta Universitatis Medicinalis Nanjing*, 18(4): 330 – 332. [徐晓琴, 1998. 血清谷胱甘肽过氧化物酶比色测定法. 南京医科大学学报, 18(4): 330 – 332]

Zhang DL, Lu GZ, 2002. Study on the anti-aging effect and mechanism of ants. *Hubei Journal of Traditional Chinese Medicine*, 24(12): 49 – 50. [张大禄, 卢广洲, 2002. 蚂蚁抗衰老作用与机理研究. 湖北中医杂志, 24(12): 49 – 50]

Zhang XY, Zhao TJ, Dong MG, Yan ZH, 2001. Experimental research on the anti-aging effects of the Yi Huang Jiang oral tonic. *Journal of Zhangjiakou Medical Collage*, 18(2): 10 – 12. [张效云, 赵铁军, 董明纲, 闫志宏, 2001. 蚁皇浆口服液抗衰老作用的实验研究. 张家口医学院学报, 18(2): 10 – 12]

Zhao YC, 1963. Economic Insect Fauna of China (Coleoptera: Tenebrionidae). Science Press, Beijing. 42 – 43. [赵养昌, 1963. 中国经济昆虫志第4册(鞘翅目:拟步行虫科). 北京: 科学出版社. 42 – 43]

Zhong LR, Han WH, Zhang YP, 2002. Study on the antioxidant activity of propolis. *Zhong Cao Yao*, 33(9): 803 – 804. [钟立人, 韩文辉, 张燕萍, 2002. 蜂胶抗氧化性能的研究. 中草药, 33(9): 803 – 804]

Zhu ZY, 1998. The catalase and peroxidase. *Chinese Journal of Clinical Laboratory Science*, 16(1): 64. [朱忠勇, 1998. 过氧化氢酶与过氧化物酶. 临床检验杂志, 16(1): 64]

(责任编辑: 赵利辉)